



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102215351 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201110074443.1

(22)申请日 2011.03.25

(30)优先权数据

2010-085981 2010.04.02 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 马渊圭司

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

H04N 5/359(2011.01)

H01L 27/146(2006.01)

H01L 27/148(2006.01)

(56)对比文件

US 2010013972 A1, 2010.01.21,

WO 2009133967 A2, 2009.11.05,

JP 2009049870 A, 2009.03.05,

JP 2004282552 A, 2004.10.07,

JP 2000023044 A, 2000.01.21,

审查员 姜丹

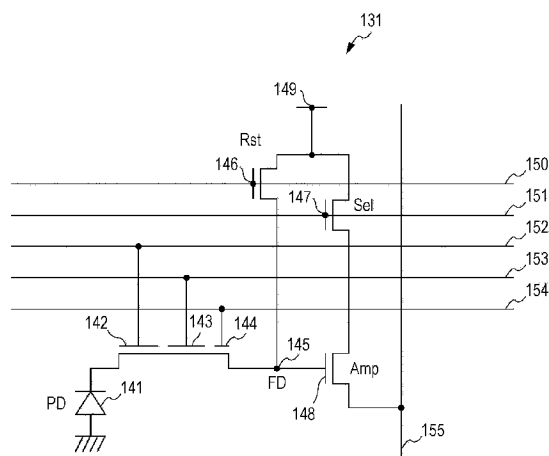
权利要求书3页 说明书16页 附图11页

(54)发明名称

固态成像装置, 固态成像装置的驱动方法和
电子设备

(57)摘要

本发明公开了固态成像装置, 固态成像装置的驱动方法和电子设备。一种具有单元像素的固态成像装置, 所述单元像素具有光电转换元件、具有多级的电荷转移/累积单元以及电荷检测单元, 所述电荷转移/累积单元能够转移光电转换元件中产生的电荷并累积电荷, 所述电荷检测单元保存从光电转换元件中转移的电荷, 其中, 在将光电转换元件复位之后, 所有单元像素同时将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内光电转换元件中产生的信号电荷转移至电荷转移/累积单元, 并在不同的各电荷转移/累积单元中累积信号电荷, 并且以一个或多个像素为像素单位将信号电荷转移至电荷检测单元, 读出分别对应于多个信号电荷的多个信号。



1. 一种固态成像装置,包括:

二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,

其中,在将所述光电转换元件复位之后,所有的所述多个单元像素同时将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内所述光电转换元件中产生的多个信号电荷顺序转移到所述电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积所述多个信号电荷,并且以一个或多个像素为像素单位将所述多个信号电荷以被转移至所述电荷转移累积单元的顺序转移至所述电荷检测单元,并读出分别对应于所述多个信号电荷的多个信号,而且其中,当在所述多个连续曝光时间开始之前所述光电转换元件被复位时,在光电转换元件中累积的多余电荷被释放到所述电荷转移累积单元。

2. 根据权利要求1所述的固态成像装置,

其中,在所述多个连续曝光时间内,越后的曝光时间具有越短的持续时间。

3. 一种固态成像装置的驱动方法,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,所述驱动方法包括以下步骤:

在将所述光电转换元件复位之后,由所有的多个单元像素同时执行将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内在所述光电转换元件中产生的多个信号电荷顺序转移至所述电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积多个信号电荷;以及

进行驱动从而以一个或多个像素为像素单位将所述多个信号电荷以被转移至所述电荷转移累积单元的顺序转移至所述电荷检测单元,并读出分别对应于所述多个信号电荷的多个信号,而且其中,当所述多个连续曝光时间开始之前所述光电转换元件被复位时,所述光电转换元件中累积的多余电荷被释放到所述电荷转移累积单元。

4. 根据权利要求3所述的固态成像装置的驱动方法,

其中,在所述多个连续曝光时间内,越后的曝光时间具有越短的持续时间。

5. 一种安装有固态成像装置的电子设备,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,

其中,在将所述光电转换元件复位之后,所有多个单元像素同时将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内所述光电转换元件中产生的多个信号电荷顺序转移到所述电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积所述多个信号电荷,并且以一个或多个像素为像素单位将所述多个信号电荷以被转移至所述电荷转移累积单元的顺序转移至所述电荷检测单元,并读出分别对应于所述多个信号电荷的多个信号,

其中,当所述多个连续曝光时间开始之前所述光电转换元件被复位时,所述光电转换

元件中累积的多余电荷被释放到所述电荷转移累积单元。

6. 一种固态成像装置, 包括:

二维排列的多个单元像素, 所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元, 所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷, 所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,

其中, 在将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移到所述电荷转移累积单元的累积开始处理之后, 所有的所述多个单元像素在多余电荷已被转移后, 同时执行将在预定曝光时间内光电转换元件中产生的信号电荷转移到所述电荷转移累积单元的累积完成处理, 并以一个或多个像素为像素单位, 执行将所述信号电荷转移到所述电荷检测单元并读出分别对应于所述信号电荷的信号的读出处理, 并在所述读出处理的执行期间进行将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移到所述电荷转移累积单元的再一次累积开始处理。

7. 根据权利要求6所述的固态成像装置,

其中, 所述多余电荷被转移到所述电荷检测单元, 并从所述电荷检测单元被释放。

8. 根据权利要求6所述的固态成像装置,

其中, 在所述信号电荷转移到所述电荷转移累积单元之后, 所述读出处理立即开始。

9. 一种固态成像装置的驱动方法, 所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素, 所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元, 所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷, 所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出, 所述驱动方法包括步骤:

在将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移到所述电荷转移累积单元中的累积开始处理之后, 由所有的所述多个单元像素在所述多余电荷已被转移后, 同时执行将在预定曝光时间内在所述光电转换元件中产生的信号电荷转移到所述电荷转移累积单元的累积完成处理; 以及

进行驱动从而以一个或多个像素为像素单位来执行将所述信号电荷转移到所述电荷检测单元并读出分别对应于所述信号电荷的信号的读出处理, 其中, 在所述读出处理的执行期间, 进行将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移到所述电荷转移累积单元的再一次累积开始处理。

10. 根据权利要求9所述的固态成像装置的驱动方法,

其中, 所述多余电荷转移到所述电荷检测单元, 并从所述电荷检测单元被释放。

11. 根据权利要求9所述的固态成像装置的驱动方法,

其中, 在所述信号电荷转移到所述电荷转移累积单元之后, 所述读出处理立即开始。

12. 一种安装有固态成像装置的电子设备, 所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素, 所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元, 所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷, 所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,

其中, 在将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移到所述电荷转移累积单元的累积

开始处理之后,所有的所述多个单元像素在多余电荷已被转移后,同时执行将在预定曝光时间内光电转换元件中产生的信号电荷转移到所述电荷转移累积单元的累积完成处理,以及以一个或多个像素为像素单位,执行将所述信号电荷转移到所述电荷检测单元并读出分别对应于所述信号电荷的信号的处理,其中,在所述读出处理的执行期间,进行将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移到所述电荷转移累积单元的再一次累积开始处理。

13.一种固态成像装置,包括:

二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,

其中,所有的所述多个单元像素同时通过将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移至所述电荷转移累积单元,同时开始所述光电转换元件的信号电荷的累积,并以一个或多个像素为像素单位,将转移到所述电荷转移累积单元中的多余电荷转移至所述电荷检测单元,并从所述电荷检测单元释放所述多余电荷。

14.一种固态成像装置的驱动方法,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在所述光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从所述光电转换元件经由所述具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,所述驱动方法包括步骤:

通过由所有的所述多个单元像素同时执行将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移至所述电荷转移累积单元,开始累积所述光电转换元件的信号电荷;以及

以一个或多个像素为像素单位,将转移到所述电荷转移累积单元中的多余电荷转移至所述电荷检测单元,并从所述电荷检测单元释放所述多余电荷。

15.一种安装有固态成像装置的电子设备,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移所述光电转换元件中产生的电荷并累积电荷,所述电荷检测单元保存经由所述具有多级的电荷转移累积单元从所述光电转换元件转移的电荷,

其中,所有的所述多个单元像素通过将所述光电转换元件中累积的多余电荷转移至所述电荷转移累积单元,同时开始所述光电转换元件的信号电荷的累积,并以一个或多个像素为像素单位,将转移到所述电荷转移累积单元中的多余电荷转移至所述电荷检测单元,并从所述电荷检测单元释放所述多余电荷。

固态成像装置,固态成像装置的驱动方法和电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及固态成像装置,固态成像装置的驱动方法和电子设备,具体地,涉及对应于全域快门(global shutter)的固态成像,固态成像装置的驱动方法和电子设备。

背景技术

[0002] 在现有技术中,已经提出,通过对一个光电二极管提供两个势阱(potential well)可扩展固态成像装置的动态范围(例如,参照国际公开第W02007-83704号)。具体地,在光电二极管的两侧均设置势阱,使得相对于同样强度的光在电荷的流入量上存在差异。因此,已经提出,将在流入量较大的势阱中累积的电荷作为高灵敏度信号读出,而将在流入量较小的势阱中累积的电荷作为低灵敏度信号读出,从而通过利用这两种信号来扩展固态成像装置的动态范围。

[0003] 此外,在现有技术中,已经研发出用于CMOS高速图像传感器的全像素同步电子快门(all-pixel simultaneous electronic shutter)。该全像素同步电子快门同时开始对成像有效的所有像素的曝光并执行同时结束曝光的操作,其也被称为全域快门(全域曝光)。

[0004] 此外,在现有技术中,已经提出,通过在像素中设置两个电荷保持单元,则可以使用全域快门对运动图像成像(例如,参照国际公开第W02009-296574号)。具体地,第一电荷保持单元和第二电荷保持单元两个电荷保持单元设置在光电二极管和浮置扩散区(FD区)之间。然后,在先前帧中累积的电荷保持在第二电荷保持单元中,并转移到每一行的FD区域,基于先前帧的电荷来读取像素信号。同时,光电二极管被复位以同时用于所有像素并开始曝光,对于所有像素,光电二极管中累积的电荷同时被转移到第一电荷保持单元。据此,可以使用全域快门对运动图像成像。

发明内容

[0005] 然而,根据由国际公开第W02007-83704号所描述的发明,对一个像素设置两个浮置扩散区。因此,每个像素的光电二极管区域变得更小,灵敏度降低。相反,除非使得每个像素的光电二极管区域更小,否则每个像素的区域变得很大,从而固态成像装置的尺寸变得很大。

[0006] 此外,根据由国际公开第W02007-83704号所描述的发明,电荷从一个光电二极管被转移到设置在不同方向上的两个势阱。然而,很难在光电二极管中形成杂质分布,以使得可以从一个光电二极管在不同的方向上完全转移电荷。结果,根据由国际公开第W02007-83704号所描述的发明,存在如下情况,累积在光电二极管中的电荷没有被完全转移而继续保留,或在对两个势阱的电荷转移量的特性上像素之间存在变化。结果,在像素特性上存在噪声、变化等,从而导致了图像质量的恶化。

[0007] 此外,根据国际公开第W02007-83704的发明,由于执行全域快门是不可能,而执行了所谓的滚动快门(rolling shutter),所以各行的曝光时间有差异,特别地,快速移动的

物体以失真的方式被成像。

[0008] 而且,根据由国际公开第W02009-296574号所描述的发明,除了电荷保持单元,还设置了将累积在光电二极管中的多余电荷放掉的电荷释放单元。然而,如上所述,在技术上,很难从一个光电二极管在不同方向上完全将电荷转移。结果,由于上述原因,在像素特性上存在噪声、变化等,从而导致了图像质量的劣化。

[0009] 期望能够提高使用全域快门成像的图像的图像质量。更具体地,期望扩展动态范围而不会降低使用全域快门成像的图像的图像质量。更进一步,期望能够提高使用全域快门成像的运动图像的图像质量。

[0010] 根据本发明第一个实施方式中的固态成像装置,二维排列多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将电荷作为信号读出;其中,在将光电转换元件复位之后,所有多个单元像素同时顺序将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内光电转换元件中产生的多个信号电荷转移到电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积多个信号电荷,并且以一个或多个像素为像素单位将多个信号电荷以转移至电荷转移累积单元的顺序转移至电荷检测单元,并读出分别对应于多个信号电荷的多个信号。

[0011] 在多个连续曝光时间内,越后的曝光时间可以具有越短的持续时间。

[0012] 在多个连续曝光时间开始之前当光电转换元件复位时,光电转换元件中累积的多余电荷能够被释放到电荷转移累积单元中。

[0013] 根据本发明第一实施方式中的固态成像装置的驱动方法,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,在将光电转换元件复位之后,所有的多个单元像素同时执行将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内在所述光电转换元件中产生的多个电荷顺序转移至电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积多个电荷;以及以一个或多个像素为像素单位,进行驱动从而将多个电荷以转移至电荷转移累积单元的顺序转移至电荷检测单元,并读出分别对应于多个信号电荷的多个信号。

[0014] 在多个连续曝光时间内,越后的曝光时间可以具有越短的持续时间。

[0015] 在多个连续曝光时间开始之前当光电转换元件复位时,光电转换元件中累积的多余电荷能够被释放到电荷转移累积单元。

[0016] 根据本发明第一实施方式的电子设备,安装了固态成像装置,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,其中,在将光电转换元件复位之后,所有多个单元像素同时顺序将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内光电

转换元件中产生的多个信号电荷转移到电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积多个信号电荷,并且以一个或多个像素为像素单位将多个信号电荷以转移至电荷转移累积单元的顺序转移至电荷检测单元,并读出分别对应于多个信号电荷的多个信号。

[0017] 根据本发明第一实施方式,在将光电转换元件复位之后,所有多个单元像素同时顺序将在均具有不同持续时间的多个连续曝光时间内光电转换元件中产生的多个信号电荷转移到电荷转移累积单元,并在不同的各电荷转移累积单元中累积多个信号电荷,并且以一个或多个像素为像素单位将多个信号电荷以转移至电荷转移累积单元的顺序转移至电荷检测单元,并读出分别对应于多个信号电荷的多个信号。

[0018] 根据本发明第二实施方式的固态成像装置,二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,其中,在将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理之后,所有的多个单元像素在多余电荷已经转移后,同时执行将在预定曝光时间内光电转换元件中产生的信号电荷转移到电荷转移累积单元的累积完成处理,以及以一个或多个像素为像素单位,执行将信号电荷转移到电荷检测单元并读出分别对应于信号电荷的信号的读出处理,其中,在读出处理的执行期间,进行将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理。

[0019] 可以将多余电荷转移到电荷检测单元,并从电荷检测单元释放多余电荷。

[0020] 在将信号电荷转移到电荷转移累积单元之后,可以立即开始读出处理。

[0021] 根据本发明第二实施方式的固态成像装置的驱动方法,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,在将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元中的累积开始处理之后,所有的多个单元像素同时在多余电荷已经转移后,执行将在预定曝光时间内在光电转换元件中产生的信号电荷转移到电荷转移累积单元的累积完成处理,以及以一个或多个像素为像素单位来执行将信号电荷转移到电荷检测单元并读出分别对应于信号电荷的信号的读出处理,其中,在读出处理的执行期间,进行将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理。

[0022] 可以将多余电荷转移到电荷检测单元,并从电荷检测单元释放多余电荷。

[0023] 在将信号电荷转移到电荷转移累积单元之后,可以立即开始读出处理。

[0024] 根据本发明第二实施方式中的电子设备,安装有固态成像装置,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出;其中,在将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理之后,所有的多个单元像素在多余电荷已经转移后,同时执行将在预定曝光时间内光电转换元件中产生的信号电荷转移

到电荷转移累积单元的累积完成处理,以及以一个或多个像素为像素单位,执行将信号电荷转移到电荷检测单元并读出分别对应于信号电荷的信号的处理,其中,在读出处理的执行期间,进行将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理。

[0025] 根据本发明第二实施方式,在将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理之后,所有的多个单元像素在多余电荷已经转移后,同时执行将在预定曝光时间内光电转换元件中产生的信号电荷转移到电荷转移累积单元的累积完成处理,以及以一个或多个像素为像素单位,执行将信号电荷转移到电荷检测单元并读出分别对应于信号电荷的信号的处理,其中,在读出处理的执行期间,进行将光电转换元件中累积的多余电荷转移到电荷转移累积单元的累积开始处理。

[0026] 根据本发明第三实施方式的固态成像装置,二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,其中,所有的多个单元像素同时通过将光电转换元件中累积的多余电荷转移至电荷转移累积单元,开始光电转换元件的信号电荷的累积,并以一个或多个像素为像素单位,将转移到电荷转移累积单元中的多余电荷转移至电荷检测单元,并从电荷检测单元释放多余电荷。

[0027] 根据本发明第三实施方式的固态成像装置的驱动方法,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,通过由所有的多个单元像素同时执行将光电转换元件中累积的多余电荷转移至电荷转移累积单元,开始累积光电转换元件的信号电荷,以及以一个或多个像素为像素单位,将转移到电荷转移累积单元中的多余电荷转移至电荷检测单元,并从电荷检测单元释放多余电荷。

[0028] 根据本发明第三实施方式的电子设备,安装有固态成像装置,所述固态成像装置具有二维排列的多个单元像素,所述单元像素设置有光电转换元件、具有多级的电荷转移累积单元以及电荷检测单元,所述具有多级的电荷转移累积单元能够顺序转移在光电转换元件中产生的电荷并累积所述电荷,所述电荷检测单元保存从光电转换元件经由具有多级的电荷转移累积单元转移的电荷以将所述电荷作为信号读出,其中,所有的多个单元像素同时通过将光电转换元件中累积的多余电荷转移至电荷转移累积单元,开始光电转换元件的信号电荷的累积,并以一个或多个像素为像素单位,将转移到电荷转移累积单元中的多余电荷转移至电荷检测单元,并从电荷检测单元释放多余电荷。

[0029] 根据本发明第三实施方式,所有的多个单元像素同时通过将光电转换元件中累积的多余电荷转移至电荷转移累积单元,开始光电转换元件的信号电荷的累积,并以一个或多个像素为像素单位,将转移到电荷转移累积单元中的多余电荷转移至电荷检测单元,并从电荷检测单元释放多余电荷。

[0030] 根据第一至第三实施方式,提高了利用全域快门成像的图像的图像质量。特别地,

根据本发明第一实施方式,可以扩展动态范围而不降低利用全域快门成像的图像的图像质量。此外,根据本发明第二实施方式,提高了利用全域快门成像的运动图像的图像质量。此外,根据本发明第三实施方式,可以可靠地释放多余电荷,从而提高了利用全域快门成像的图像的图像质量。

附图说明

- [0031] 图1是示出根据本发明实施方式的固态成像装置的结构实例的框图;
- [0032] 图2是示出单元像素的电路结构实例的电路图;
- [0033] 图3是示出单元像素的结构实例的示图;
- [0034] 图4是用来描述根据第一实施方式的固态成像装置的驱动处理的流程图;
- [0035] 图5是用来描述根据第一实施方式的固态成像装置的驱动处理的电位图;
- [0036] 图6是用来描述根据第一实施方式的固态成像装置的驱动处理的电位图;
- [0037] 图7是用来描述根据第一实施方式的固态成像装置的驱动处理的电位图;
- [0038] 图8是用来描述根据第二实施方式的固态成像装置的驱动处理的流程图;
- [0039] 图9是用来描述根据第二实施方式的固态成像装置的驱动处理的电位图;
- [0040] 图10是用来描述根据第二实施方式的固态成像装置的驱动处理的时序图;以及
- [0041] 图11是示出根据本发明实施方式的电子设备的结构实例的框图。

具体实施方式

[0042] 以下,将描述实现本发明的实施方式(以下称作实施方式)。这里,将按以下顺序进行描述。

[0043] 1.实施方式

[0044] 2.变形实例

[0045] 1.实施方式

[0046] 首先,将参照图1~图7描述本发明的第一实施方式。

[0047] 固态成像装置的结构实例

[0048] 图1是示出根据本发明实施方式的固态成像装置的结构实例的框图。

[0049] 固态成像装置100被构造为包括像素部111,垂直驱动电路112,列处理电路113,输出电路114以及控制电路115。像素部111,垂直驱动电路112,列处理电路113,输出电路114以及控制电路115形成在半导体基板(芯片)(未示出)上。

[0050] 在像素部111中,以行和列二维设置具有光电转换元件的单元像素(图2和图3的单元像素131),所述光电转换元件能产生和内部累积具有对应于入射光量的电荷量的光电荷。这里,以下存在这些情况,具有对应于入射光的光电荷量的光电荷被简称为“电荷”,而单元像素被简称为“像素”。此外,尽管未示出,在像素部111中,关于为行和列形式的像素排列,沿着图的左/右方向(像素行上的像素排列方向)为每一行形成像素驱动线,沿着图的上/下方向(像素列上的像素排列方向)为每一列形成垂直信号线。

[0051] 垂直驱动电路112由根据条件选择一行或所有行像素行的移位寄存器或地址解码器、将驱动脉冲传递到选择的像素行的切换电路、缓冲该驱动脉冲并驱动像素驱动线的缓冲电路等构成,并且所述垂直驱动电路是以像素为单位、以行为单位或对所有像素同时地

驱动像素部111的每一个单元像素的像素驱动部。

[0052] 从由垂直驱动电路112选择和扫描的像素行的每个单元像素输出的像素信号,经由垂直信号线(未示出)被提供到列处理电路113。列处理电路113执行关于像素信号的预定的信号处理,并临时保存信号处理后的像素信号。

[0053] 具体地,列处理电路113执行作为信号处理的去噪处理(例如CDS处理(Correlated Double Sampling,相关双采样))。例如,通过执行CDS处理,可以去除随机噪声(诸如复位噪声或放大晶体管的阈值变化等像素固有的随机噪声)和固定图形噪声。此外,除了去噪处理之外,列处理电路113例如也可以具有AD(模拟-数字)转换功能并输出信号电平作为数字信号。

[0054] 另外,列处理电路113设置有由移位寄存器、地址解码器等构成的水平驱动部,利用水平驱动部的选择和扫描,将已经由列处理电路113信号处理的像素信号顺序输出到输出电路114。

[0055] 输出电路114对从列处理电路113输出的像素信号执行各种形式的信号处理,例如增益调节(gain adjustment)、损坏校正(damage correction)、加和处理(addition processing)等。输出电路114将像素信号(为已经执行信号处理后的像素信号)输出到固态成像装置100的外部。此外,输出电路114可以通过使用设置在与固态成像装置100不同的基板上的外部信号处理部(诸如DSP(数字信号处理器)或软件)执行处理来实现,并且,输出电路可以与固态成像装置100安装在同一基板上。

[0056] 控制电路115由产生各种定时信号的定时发生器等构成,并基于由定时发生器产生的各种定时信号执行垂直驱动部112、列处理电路113、输出电路114等的驱动控制。

[0057] 单元像素的结构

[0058] 接下来,将参照图2和图3描述图1的像素部111中以行和列的形式排列的单元像素131的具体结构。

[0059] 图2示出了单元像素131的电路结构的实例。单元像素131被构造为包括作为光电转换元件的光电二极管(PD)141、第一CCD 142、第二CCD143、转移栅极144、浮置扩散(FD)区145、复位晶体管(Rst)146、选择晶体管(Se1)147、放大晶体管(Amp)148和电源149。

[0060] 光电二极管141的阳极接地,而阴极经由第一CCD 142、第二CCD143和转移栅极144连接到浮置扩散区145。

[0061] 第一CCD 142的栅电极171A(图3)连接至CCD1线152。为每一行设置CCD1线152,且同一行的单元像素131的第一CCD 142的栅电极171A被连接至同样的CCD1线152。

[0062] 第二CCD 143的栅电极173A(图3)连接至CCD2线153。为每一行设置CCD2线153,且同一行的单元像素131的第二CCD 143的栅电极173A连接至同样的CCD2线153。

[0063] 转移栅极144的栅电极144A(图3)连接至转移线154。为每一行设置转移线154,且同一行的单元像素131的转移栅极144的栅电极144A连接至同样的转移线154。

[0064] 复位二极管146例如由N沟道MOS晶体管构成。复位晶体管146的漏电极连接到电源149,复位晶体管146的栅电极连接到Rst线150,以及复位晶体管146的源电极连接到浮置扩散区145。为每一行设置Rst线150,且单元像素131的复位晶体管146的栅电极连接至相同的Rst线150。此外,将复位脉冲RST施加至复位晶体管146的栅电极,并通过导通复位晶体管146,浮置扩散区145被复位,从而电荷从浮置扩散区145释放。

[0065] 选择晶体管147例如由N沟道MOS晶体管构成。选择晶体管147的漏电极连接到电源149,选择晶体管147的栅电极连接到SEL线151,以及选择晶体管147的源电极连接到放大晶体管148的漏电极。为每一行设置SEL线151,且同一行单元像素131的选择晶体管147的栅电极连接至相同的SEL线151。此外,将选择脉冲SEL施加至选择晶体管147的栅电极,并通过导通选择晶体管147,选择作为读出像素信号的目标的单元像素131。

[0066] 放大晶体管148例如由N沟道MOS晶体管构成。放大晶体管148的栅电极连接到浮置扩散区145,而放大晶体管148的源电极连接到垂直信号线155。为每一行设置垂直信号线155,且同一行单元像素131的放大晶体管148的源电极连接至相同的垂直信号线155。当选择晶体管147导通时,放大晶体管148经由垂直信号线155将表示浮置扩散区145的电压的信号提供至列处理电路113。

[0067] 此外,复位晶体管146、放大晶体管148以及选择晶体管147的导电类型的组合仅是一个实例,且并不限于该组合。另外,根据像素信号的读出方法,可以省略复位晶体管146、放大晶体管148以及选择晶体管147中的一个或多个,或者在多个像素之间共享它们中的一个或多个。此外,例如,还可以使选择晶体管147位于放大晶体管148和垂直信号线155之间。

[0068] 图3示意性地示出了单元像素131的从光电二极管141到浮置扩散区145的截面结构。

[0069] 光电二极管141例如为嵌入式光电二极管,它是通过在基板表面一侧上形成P型层183,并相对于形成在N型基板181上的P型阱层182嵌入N型嵌入层184而形成的。此外,P型阱层182在N型嵌入层184和N型基板181之间形成得较薄。此外,在光电二极管141饱和的情况下,从光电二极管141溢出的电流经由薄的P型阱层182被释放到N型基板181中,而不会流到第一CCD 142中。

[0070] 第一CCD 142是由第一CCD栅极171和存储部172构成。当转移脉冲TRC1施加至栅电极171A时,第一CCD栅极171转移累积在光电二极管141中的电荷。此外,以下,将转移脉冲TRC1施加至栅电极171A的状态称作转移脉冲TRC1导通的状态,或称作第一CCD栅极171导通的状态。此外,以下,将转移脉冲TRC1未施加至栅电极171A的状态称作转移脉冲TRC1断开的状态或第一CCD栅极171断开的状态。

[0071] 存储部172由形成在栅电极171A下具有低密度的N型嵌入沟道185形成,并使用第一CCD栅极171累积从光电二极管141转移的电荷。另外,通过由N型嵌入沟道185形成存储部172并且栅电极171A的断开电压相对于P型阱层182被设定为负电压,可以抑制Si-SiO₂边界处暗电流的产生,从而可以提高图像质量。

[0072] 此外,栅电极171A被设置在存储部172的上部,通过将转移脉冲TRC1施加至栅电极171A,可以将调制施加至存储部172。即,通过将转移脉冲TRC1施加至栅电极171A,存储部172的电位被加深。据此,可以增加存储部172的饱和电荷的量而比未施加调制的情況下多。

[0073] 第二CCD 143由第二CCD栅极173和存储部174构成。当转移脉冲TRC2施加至栅电极173A时,第二CCD栅极173转移累积在存储部172中的电荷。另外,以下,将转移脉冲TRC2施加至栅电极173A的状态称作转移脉冲TRC2导通的状态或第二CCD栅极173导通的状态。此外,以下,将转移脉冲TRC2未施加至栅电极173A的状态称作转移脉冲TRC2断开的状态或第二CCD栅极173断开的状态。

[0074] 存储部174由形成在栅电极173A下具有低密度的N型嵌入沟道186形成,并使用第

二CCD栅极173累积从存储部172转移的电荷。此外,通过由N型嵌入沟道186形成存储部174并且栅电极173A的断开电压相对于P型阱层182被设定为负电压,可以抑制Si-SiO₂边界处的暗电流的产生,从而可以提高图像质量。

[0075] 此外,栅电极173A设置在存储部174的上部,通过将转移脉冲TRC2施加至栅电极173A,可以将调制施加至存储部174。即,通过将转移脉冲TRC2施加至栅电极173A,存储部174的电位加深。据此,可以增加存储部174的饱和电荷的量而比未施加调制的情況下多。

[0076] 以这种方式,在单元像素131中,由光电二极管141产生的电荷按顺序被转移,并设置了能够累积电荷的两级CCD。

[0077] 当将转移脉冲TRG施加至栅电极144A时,转移栅极144转移累积在存储部174中的电荷。此外,以下,将转移脉冲TRG施加至栅电极144A的状态称作转移脉冲TRG导通的状态或转移栅极144导通的状态。此外,以下,将转移脉冲TRG未施加至栅电极144A的状态称作转移脉冲TRG断开的状态或转移栅极144断开的状态。

[0078] 浮置扩散区145是由N型层形成的电荷电压转换部,保存通过转移栅极144从存储部174转移的电荷以作为信号读出,并将保存的电荷转换为电压。

[0079] 此外,存储部172、存储部174以及浮置扩散区145的表面都遮光。单元像素131的驱动方法的第一实施方式

[0080] 接下来,将参照图4~图7描述固态成像装置100的单元像素131的驱动方法的第一实施方式。这里,图4是用来描述单元像素131驱动处理的流程图。另外,图5~图7是单元像素131每一部分的电位图。在图5~图7的电位图中,纵轴表示电位,并且向下的方向表示关于电子的电位变低(或高)。

[0081] 此外,如图5所示,在图4中步骤S1的处理之前的时间t₀,多余电荷N₀累积在固态成像装置100的各个单元像素131的光电二极管141中,第一CCD 142、第二CCD 143和浮置扩散区145被复位,并且电荷被释放。

[0082] 图4中的步骤S1~步骤S3的处理是各单元像素131累积对应于入射光的量的电荷的累积期间的处理,并对所有像素同时执行。

[0083] 在步骤S1中,释放光电二极管141中累积的多余电荷,并开始同时累积所有像素的第一信号电荷。

[0084] 具体地,在时间t₁,转移脉冲TRC1被施加至栅电极171A,第一CCD栅极171导通,从而光电二极管141中累积的多余电荷N₀被转移到第一CCD 142的存储部172中。

[0085] 在时间t₂,断开转移脉冲TRC1且断开第一CCD栅极171。从这个时间点,第一信号电荷(以下称作信号电荷S₁)开始在光电二极管141中累积。

[0086] 在时间t₃,转移脉冲TRC2被施加至栅电极173A,第二CCD栅极173导通,从而第一CCD 142的存储部172中累积的多余电荷N₀被转移到第二CCD 143的存储部174中。

[0087] 在时间t₄,断开转移脉冲TRC2且断开第二CCD栅极173。

[0088] 在时间t₅,转移脉冲TRG被施加至栅电极144A,转移栅极144导通,从而第二CCD 143的存储部174中累积的多余电荷被转移到浮置扩散区145。

[0089] 在时间t₆,断开转移脉冲TRG且断开转移栅极144。另外,复位晶体管146的栅电极施加有复位脉冲RST,浮置扩散区145被复位,从而从浮置扩散区145中释放多余电荷N₀。

[0090] 之后,时间t₆的状态继续,且信号电荷S₁在光电二极管141中累积(时间t₇)。

[0091] 在步骤S2中,第一信号电荷被转移到第二CCD 143中,并开始同时累积所有像素的第二信号电荷。

[0092] 具体地,在自从在时间 t_2 信号电荷S1开始在光电二极管141中累积之后过去预定曝光时间T1的时间 t_8 ,转移脉冲TRC1被施加至栅电极171A,第一CCD栅极171导通。据此,光电二极管141中累积的信号电荷S1转移到第一CCD 142的存储部172。因此,从时间 t_2 到 t_8 是累积信号电荷S1的曝光时间(以下称作曝光时间T1)。

[0093] 在时间 t_9 ,断开转移脉冲TRC1且断开第一CCD栅极171。从这个时间点,第二信号电荷(以下称为信号电荷S2)开始在光电二极管141中累积。即,在曝光时间T1完成之后,下一次曝光时间立即开始。

[0094] 在时间 t_{10} ,转移脉冲TRC2被施加至栅电极173A,第二CCD栅极173导通,从而第一CCD 142的存储部172中累积的信号电荷S1转移到第二CCD 143的存储部174。

[0095] 在时间 t_{11} ,断开转移脉冲TRC2且断开第二CCD栅极173。

[0096] 之后,时间 t_{11} 的状态继续,且信号电荷S2在光电二极管141中累积(时间 t_{12})。

[0097] 在步骤S3中,所有像素的第二信号电荷同时转移到第一CCD 142中。

[0098] 具体地,自从在时间 t_9 信号电荷S2开始在光电二极管141中累积之后过去预定曝光时间T2的时间 t_{13} ,转移脉冲TRC1被施加至栅电极171A,第一CCD栅极171导通。据此,光电二极管141中累积的信号电荷S2转移到第一CCD 142的存储部172中。因此,从时间 t_9 到 t_{13} 是用来累积信号电荷S2的曝光时间(以下称作曝光时间T2)。

[0099] 在时间 t_{14} ,断开转移脉冲TRC1且断开第一CCD栅极171。从这个时间点,多余电荷(下文称作多余电荷N1)开始在光电二极管141中累积。这里,即使光电二极管141由于多余电荷N1而饱和,从光电二极管141中溢出的多余电荷N1经由P型阱层182被释放到N型基板181中,从而不会影响保存在各CCD的存储部中的信号电荷。

[0100] 由于上述步骤S1~步骤S3的处理,固态成像装置100的所有像素的曝光同时开始,且以连续的方式执行两次曝光同时完成的全域曝光。另外,由光电二极管141在多个连续曝光时间T1和T2内产生的信号电荷S1和S2累积在各个不同的CCD的存储部中。

[0101] 步骤S4~步骤S10的处理是执行读出累积在各单元像素131中的电荷的读出期间的处理,并以每个或多个像素为像素单位来执行这些处理。另外,以下,示出了对每一行执行处理的实例。即,在该实例中,对单元像素131(其为被读出信号的目标)的每一行(以下称作目标行)执行步骤S4~步骤S10的处理。

[0102] 在步骤S4中,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,并读出复位电平(reset level)。具体地,将复位脉冲RST施加至复位晶体管146的栅电极,使浮置扩散区145复位,电荷从浮置扩散区145释放。然后,选择脉冲SEL被施加至选择晶体管147的栅电极。据此,表示浮置扩散区145(其释放电荷)的电压(下文中称作复位电平R1)的像素信号从放大晶体管148输出到垂直信号线155。列处理电路113基于像素信号读出复位电平R1。这里,选择脉冲SEL施加至选择晶体管147栅电极的状态持续到步骤S10。

[0103] 在步骤S5中,单元像素131的目标行将第一信号电荷转移至浮置扩散区145并将第二信号电荷转移至第二CCD 143。

[0104] 具体地,在时间 t_{15} ,转移脉冲TRG被施加至栅电极144A,转移栅极144导通,从而第二CCD 143的存储部174中累积的信号电荷S1转移到浮置扩散区145。

[0105] 在时间t16,断开转移脉冲TRG并断开转移栅极144。这里,由于选择脉冲SEL施加至选择晶体管147的栅电极,所以,表示累积信号电荷的浮置扩散区145的电压(下文称作信号电平S1)的像素信号从放大晶体管148输出至垂直信号线155。

[0106] 在时间t17,转移脉冲TRC2被施加至栅电极173A,第二CCD栅极173导通,从而第一CCD 142的存储部172中累积的信号电荷S2转移至第二CCD 143的存储部174。

[0107] 在时间t18,断开转移脉冲TRC2并断开第二CCD栅极173。

[0108] 在步骤S6中,单元像素131的目标行读出第一信号电荷。即,列处理电路113基于经由垂直信号线155从放大晶体管148提供的像素信号读出信号电平S1。另外,列处理电路113通过采用信号电平S1和复位电平R1之差执行CDS处理,并校正信号电平S1。列处理电路113向输出电路114提供表示校正后的信号电平S1的像素信号(以下称作像素信号S1)。

[0109] 在步骤S7中,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,释放第一信号电荷,并读出复位电平。

[0110] 具体地,在时间t19,复位脉冲RST被施加至复位晶体管146的栅电极,浮置扩散区145被复位,并从浮置扩散区145中释放信号电荷S1。这里,由于选择脉冲SEL被施加至选择晶体管147的栅电极,表示浮置扩散区145(其释放信号电荷S1)的电压(下文中称作复位电平R2)的像素信号从放大晶体管148输出至垂直信号线155。列处理电路113基于像素信号读出复位电平R2。

[0111] 在步骤S8中,单元像素131的目标行将第二信号电荷转移至浮置扩散区145。

[0112] 具体地,在时间t20,转移脉冲TRG被施加至栅电极144A,转移栅极144导通,从而第二CCD 143的存储部174中累积的信号电荷S2转移至浮置扩散区145。

[0113] 在时间21,断开转移脉冲TRG并断开转移栅极144。这里,由于选择脉冲SEL施加至选择晶体管147的栅电极,所以,表示浮置扩散区145(其累积信号电荷S2)的电压(以下称作信号电平S2)的像素信号从放大晶体管148输出至垂直信号线155。

[0114] 在步骤S9中,单元像素131的目标行读出第二信号电荷。即,列处理电路113基于经由垂直信号线155从放大晶体管148提供的像素信号读出信号电平S2。另外,列处理电路113通过采用信号电平S2和复位电平R2之差进行CDS处理,并校正信号电平S2。列处理电路113向输出电路114提供表示校正后的信号电平S2的像素信号(以下称作像素信号S2)。

[0115] 以这种方式,信号电荷S1和S2被顺序转移至浮置扩散区145,且基于信号电荷S1和S2的像素信号S1和S2被分别读出。

[0116] 此外,输出电路114对像素信号S1和像素信号S2执行各种形式的信号处理,或基于像素信号S1和像素信号S2执行产生输出到外部的像素信号(以下称作输出信号)的处理。例如,输出电路114将信号电平S1和信号电平S2相加,选择信号电平S1和信号电平S2中的一个,或取信号电平S1和信号电平S2的平均值并设定输出信号的输出电平。此外,在将信号电平S1和信号电平S2相加的情况下,例如,可以使用下面的等式(1)得到输出电平。

[0117] 输出电平=信号电平S1+信号电平S2×(曝光时间T1/曝光时间T2)···(1)

[0118] 在步骤S10中,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,并释放第二信号电荷。

[0119] 具体地,在时间t22,复位脉冲RST被施加至复位晶体管146的栅电极,浮置扩散区145复位,且从浮置扩散区145释放信号电荷S2。另外,停止将选择脉冲SEL施加至选择晶体

管147的栅电极。

[0120] 在步骤S11中,控制电路115确定是否已经读出所有像素的信号电荷。另外,在并未读出所有像素的信号电荷的情况下,处理返回至步骤S4。之后,在步骤S11中,重复执行步骤S4~步骤S11的处理,直到确定已经读出所有像素的信号电荷。据此,按顺序一次读出一行基于各自单元像素131的信号电荷S1和S2的像素信号S1和S2。

[0121] 另一方面,在步骤S11中,在确定已经读出所有像素的信号电荷的情况下,处理前进到步骤S12。

[0122] 在步骤S12中,控制电路115确定是否开始下一次曝光。在确定要开始下一次曝光的情况下,处理返回至步骤S1,并从步骤S1向前执行处理。

[0123] 另一方面,在步骤S12中,在确定不开始下一次曝光的情况下,则结束驱动处理。

[0124] 此外,可以将曝光时间T1和曝光时间T2设定为任意时间。例如,通过将曝光时间T1和曝光时间T2设定为不同的时间,可以扩展固态成像装置100的动态范围。例如,通过将曝光时间T2设定得比曝光时间T1短,对应于曝光时间T1的像素信号S1成为能够以高灵敏度精细地再生低亮度对象的信号,而对应于曝光时间T2的像素信号S2成为能够以低灵敏度但未饱和地再生高亮度对象的信号。即,对于一个帧,可以得到高灵敏度的像素信号S1和低灵敏度的像素信号S2。结果,通过用这两种信号产生输出信号,可以产生具有宽动态范围的图像。

[0125] 此外,可以将曝光时间T2设定为比曝光时间T1长。然而,将曝光时间T2设定为比曝光时间T1短,可以缩短信号电荷S1在第二CCD143的存储部174中累积的时间。结果,通过由于反射或衍射而导致的光入射在栅电极173A的下部而产生的电荷泄露到存储部174,可以减少由于加入到信号电荷S1而产生的噪声的量。

[0126] 此外,由于可以分别获得像素信号S1和像素信号S2,因此不存在分离所述信号的不确定性问题,且可以对移动对象或相机晃动执行更合适的处理来扩展动态范围。

[0127] 此外,由于累积信号电荷S1时的曝光时间T1和累积信号电荷S2时的曝光时间T2对所有像素都设为相同的时间,所以可以得到关于移动对象的无失真的图像。

[0128] 此外,在单元像素131中,光电二极管141中累积的多余电荷经由第一CCD 142和第二CCD 143转移到浮置扩散区145之后被释放,而不是如在国际公开第W02009-296574号中那样被转移到电荷释放部之后才被释放。因此,关于将从光电二极管141溢出的电荷释放到N型基板181的路径(path),没有必要能够完全转移光电二极管141中累积的电荷。即,没有必要能够在多个方向上从光电二极管141完全转移电荷,如果可以仅在第一CCD 142的方向上完全转移,那就足够了。因此,可以容易地形成光电二极管141中的杂质分布。而且,为了从光电二极管141中释放多余的电荷,没有必要设置专用的晶体管或执行专用脉冲信号的供给的控制。

[0129] 单元像素131的驱动方法的第二实施方式

[0130] 其次,将参照图8~图10描述固态成像装置100的单元像素131的驱动方法的第二实施方式。这里,图8是用来描述单元像素131的驱动处理的流程图。另外,图9是单元像素131各部分的电位图。在图9的电位图中,纵轴表示电位,向下的方向表示关于电子的电位变得更低(或更高)。而且,图10是用来描述单元像素131的驱动处理的时序图。图10的水平方向表示时间,垂直方向表示扫描方向。

[0131] 此外,在第二实施方式中,存在两个单元像素131:在信号电荷被读出之前开始下一次曝光的单元像素131以及在信号电荷被读出之后开始下一次曝光的单元像素131。图9示出信号电荷被读出之前开始下一次曝光的单元像素131的电位图。然后,在图9的实例中,在图8中步骤S51的处理之前的时间 t_0 ,多余电荷 N_0 累积在单元像素131的光电二极管141中,先前帧的信号电荷 S_0 累积在第一CCD 143的存储部174中,复位第一CCD 142和浮置扩散区145,从而释积电荷。此外,在信号电荷被读出之后开始下一次曝光的单元像素131的情况下,在时间 t_0 存在先前帧的信号电荷并没有累积在第二CCD 143的存储部174中的状态。

[0132] 此外,在图9中,与图5~图7不同,图中省略电荷转移处理,同时省略了其描述。

[0133] 在步骤S51中,光电二极管141中累积的多余电荷转移到第一CCD142中,并同时开始累积所有像素的信号电荷。

[0134] 具体地,在时间 t_1 ,光电二极管141中累积的多余电荷 N_0 转移到第一CCD 142的存储部172中,且所有像素同时开始在光电二极管141中累积信号电荷 S_1 。该处理等同于图10的“复位所有像素”。

[0135] 步骤S52~步骤S55的处理是用来执行先前帧的信号电荷在所有像素复位的时间点还未读出的单元像素131的信号电荷的读出的处理,并以每个或多个像素为单位来执行这些处理。另外,以下,示出了对每一行执行这些处理的实例。即,在该实例中,对单元像素131的目标行(其为读出像素信号的目标)执行步骤S52~步骤S55的处理。

[0136] 在步骤S52中,利用类似于图4中的步骤S4的处理,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,并读出复位电平(以下称作复位电平 R_0)。这里,此时,选择脉冲SEL施加至目标行的单元像素131的选择晶体管147栅电极的状态持续到步骤S55。

[0137] 在步骤S53中,单元像素131的目标行将先前帧的信号电荷转移到浮置扩散区145。

[0138] 具体地,在时间 t_3 ,累积在目标行的各单元像素131的第二CCD 143的存储部174中的先前帧的信号电荷 S_0 被转移到浮置扩散区145。这里,由于选择脉冲SEL被施加至选择晶体管147的栅电极,所以,表示浮置扩散区145(其累积信号电荷 S_0)的电压(以下称作信号电平 S_0)的像素信号从放大晶体管148被输出到垂直信号线155。

[0139] 在步骤S54中,单元像素131的目标行读出先前帧的信号电荷。即,列处理电路113基于经由垂直信号线155从放大晶体管148提供的像素信号读出信号电平 S_0 。另外,列处理电路113通过采用信号电平 S_0 和复位电平 R_0 之差进行CDS处理,并校正信号电平 S_0 。列处理电路113向输出电路114提供表示校正后的信号电平 S_0 的像素信号(以下称为像素信号 S_0)。另外,输出电路114执行关于像素信号 S_0 的各种信号处理,或是基于像素信号 S_0 执行产生输出到外部的输出信号的处理。

[0140] 在步骤S55中,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,并释放先前帧的信号电荷。

[0141] 具体地,在时间 t_4 ,复位脉冲RST被施加至复位晶体管146的栅电极,复位浮置扩散区145,从浮置扩散区145释放信号电荷 S_0 。另外,停止将选择脉冲SEL施加至选择晶体管147的栅电极。

[0142] 在步骤S56中,控制电路115确定是否已经全部读出先前帧的信号电荷。在确定还未完全读出先前帧的信号电荷的情况下,处理返回至步骤S52。之后,在步骤S56中,重复执行步骤S52~步骤S56的处理,直到确定已经全部读出先前帧的信号电荷。据此,对于先前帧

的信号电荷S0还未被读出的行,按顺序一次读出一行基于各单元像素131的信号电荷S0的像素信号S0。

[0143] 另一方面,在步骤S56中,在确定先前帧的信号电荷已经全部读出的情况下,处理前进到步骤S57。

[0144] 在步骤S57中,控制电路115确定曝光时间是否已经过去。具体地,例如,以预定的间隔,控制电路115重复确定从时间t1之后是否已经过去曝光时间T的处理,且在确定从时间t1之后已经过去预定曝光时间T的情况下,处理前进到步骤S58。

[0145] 在步骤S58中,将多余电荷转移到浮置扩散区145,且同时将所有像素的当前帧的信号电荷转移至第二CCD 143。

[0146] 具体地,在自从时间t1之后过去预定曝光时间T的时间t5,累积在第一CCD 142的存储部172中的多余电荷N0转移到浮置扩散区145。另外,累积在光电二极管141中的当前帧的信号电荷S1转移至第二CCD 143的存储部174。因此,从时间t1到时间t5变为了用来累积信号电荷S1的曝光时间(以下称为曝光时间T)。另外,该处理等同于图10中的“所有像素同时将电荷转移至CCD”。

[0147] 步骤S59~步骤S62的处理是执行当前帧的信号像素的读出的处理,并以每个或多个像素为单位来执行这些处理。另外,以下,示出了对每一行执行这些处理的实例。即,在该实例中,对单元像素131的目标行(为读出像素信号的目标)执行步骤S59~步骤S62的处理。

[0148] 在步骤S59中,利用类似于图4的步骤4的处理,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,并读出复位电平(以下称作复位电平R1)。在此时,从浮置扩散区145中释放多余电荷N0。另外,此时,选择脉冲SEL施加至目标行的单元像素131的选择晶体管147的栅电极的状态持续到步骤S62。

[0149] 在步骤S60中,采用类似于步骤S53的处理,单元像素131的目标行从第二CCD 142的存储部174将当前帧的信号电荷S1转移至浮置扩散区145。这里,由于选择脉冲SEL施加至选择晶体管147的栅电极,所以,表示浮置扩散区域145(其累积信号电荷S1)的电压(以下称作信号电平S1)的像素信号从放电晶体管148被输出至垂直信号线155。

[0150] 在步骤S61中,单元像素131的目标行读出当前帧的信号电荷。即,列处理电路113基于经由垂直信号线155从放大晶体管148提供的像素信号读出信号电平S1。另外,列处理电路113采用信号电平S1和复位电平R1之差进行CDS处理,并校正信号电平S1。列处理电路113向输出电路114提供表示校正后的信号电平S1的像素信号(下文中称作像素信号S1)。另外,输出电路114执行关于像素信号S1的各种信号处理,或是基于像素信号S1执行产生输出到外部的输出信号的处理。

[0151] 在步骤S62中,采用类似于步骤S55的处理,单元像素131的目标行使浮置扩散区145复位,释放当前帧的信号电荷S1,并停止选择脉冲SEL施加至选择晶体管147的栅电极。

[0152] 在步骤S63中,控制电路115确定是否为开始下一次曝光时刻。在确定还不是开始下一次曝光的时刻的情况下,处理返回至步骤S59。之后,在步骤S63中,重复执行步骤S59~步骤S63的处理,直到确定是开始下一次曝光的时刻。据此,按顺序一次读出一行基于各单元像素131的信号电荷S1的像素信号。

[0153] 另一方面,在步骤S63中,在确定是开始下一个帧曝光的时刻的情况下,处理返回至步骤S51,且执行从步骤S51向前的处理。即,在执行读出处理期间,开始下一帧的曝光,并

开始下一帧的信号电荷的累积处理。

[0154] 以这种方式,通过提供两个CCD(第一CCD 142和第二CCD 143),如图10所示,对所有像素同时复位光电二极管141和开始下一帧的曝光可以和一次读出一行的信号电荷处理一起进行。此外,可以匹配所述像素的曝光时间。即,在全域快门和一帧的任意曝光时间是兼容的情况下,运动图像成像是可能的。

[0155] 另外,如图10所示,在光电二极管141中累积的信号电荷转移到第二CCD 143的存储部174中之后,立即执行信号电荷的读出。据此,可以减少信号电荷在存储部174中累积的时间。因此,通过由于(例如)反射或衍射而入射在栅电极173A的下部上的光产生的电荷泄露到存储部174中,可以减少由于加入到信号电荷S1中而导致的噪声的量。另一方面,在国际公开第W02009-296574号公开的发明中,在光电二极管中累积的信号电荷被转移之后,由于多余电荷释放到电荷释放部后执行信号电荷的读出,所以在存储部中累积信号电荷的时间较长。

[0156] 另外,以与单元像素131的驱动方法的第一实施方式相同的方式,由于多余电荷在经由第一CCD 142和第二CCD 143转移到浮置扩散区145之后被释放,所以容易在光电二极管141中形成杂质分布。此外,为了从光电二极管141中释放多余电荷,没有必要提供专用的晶体管,或执行专用脉冲信号的供给的控制。

[0157] 另外,根据扫描一行(为一个单位)的时间,可以将执行所有像素的复位和开始曝光的时刻调整到一帧的任意位置,并且例如可以根据对象的亮度来调整曝光时间。

[0158] 2.变形实例

[0159] 此外,在上面的描述中,示出了设置两级CCD的实例,但可设置三级或更多级的CCD。例如,通过设置三级CCD,并在各CCD中累积具有不同的曝光时间的三种信号电荷,可以得到具有高灵敏度、中间灵敏度、和低灵敏度的像素信号,并可以进一步扩展动态范围。另外,在这种情况下,在三个连续的曝光时间内,期望后面的曝光时间更短。

[0160] 此外,例如,通过设置三级CCD,可以将单元像素131的驱动方法的第一实施方式和第二实施方式组合起来。具体地,例如,可以将一个帧周期划分成三个周期,执行曝光,并在各CCD中累积多余电荷、具有长曝光时间的高灵敏度信号电荷和具有短曝光时间的低灵敏度信号电荷。据此,在全域快门和一帧的任意曝光时间兼容的情况下,可以执行运动图像成像,从而扩展动态范围。

[0161] 此外,在上面的描述中,示出了从光电二极管141中溢出的电荷被释放到N型基板181中的实例。然而,可以在光电二极管141的一侧设置电荷释放部,电荷可以释放到电荷释放部中,或可以控制放电量。然而,如上所述,没有必要能够将光电二极管141中累积的电荷完全转移到电荷释放部。

[0162] 另外,在上面的描述中,每个CCD的栅电极是由一片构成,但可被设置为划分成用于转移栅极和用于存储部的两片。

[0163] 此外,实施方式中的“所有像素”是指在图像中出现的部分中的所有像素,但排除虚拟像素等。另外,如果时间差和图像失真都足够小以致都不足以成为问题,则可以包括一次多行(例如,几十行)的高速扫描,而不是所有像素同时操作。而且,在实施方式中,可以对预定的多行施加全域快门操作,而限于出现在图像中的所有像素。

[0164] 另外,在以上描述中,在图4的步骤S1中,示出了光电二极管141中累积的多余电荷

N0被转移直到浮置扩散区145并立即释放的实例,但是没有必要立即释放多余电荷。即,在不妨碍信号电荷S1转移和累积的范围内,在被释放之前,多余电荷可以在第一CCD 142的存储部172、第二CCD 143的存储部173、或浮置扩散区145中累积一段时间。

[0165] 此外,在以上描述中,在图8的步骤S59中,示出了当读出复位电平R1时多余电荷N0从浮置扩散区145中释放的实例,但多余电荷N0也可提前被释放。更具体地,在时间t4,可以在从浮置扩散区145释放信号电荷S0直到复位电平R1被读出的任意时刻提前释放多余电荷N0。

[0166] 另外,上面所示单元像素131的装置结构的导电类型仅仅是一个实例,所述N型和P型可以互换。

[0167] 此外,本发明并不限于被应用于固态成像装置。即,本发明还可以应用于诸如成像装置(例如,数码相机和摄像机)的图像获取部(image obtaining section)的使用固态成像装置的一般电子装置、具有成像功能的移动电话终端装置以及图像获取部的使用固态成像装置的复印装置。固态成像装置可以是形成为一个芯片的结构,或具有成像功能模块的结构,其中成像部和信号处理部或光学系统组合并封装在一起。

[0168] 实施方式的电子设备的结构实例

[0169] 图11是示出了根据本发明实施方式作为电子设备的成像装置的结构实例。

[0170] 图11的成像装置300设置有由一组透镜等形成的光学部301,采用上述单元像素131每一个结构的固态成像元件(成像装置)302,以及为相机信号处理电路的DSP(数字信号处理器)电路303。另外,所述成像装置300还设置有帧存储器304、显示部305、记录部306、操作部307、电源部308以及CPU 309。DSP电路303、帧存储器304、显示部305、记录部306、操作部307、电源部308以及CPU 309通过总线线路310彼此连接。

[0171] 光学部301从对象获得入射光(图像光),并在固态成像元件302的成像表面上成像。固态成像元件302将通过光学部301在成像表面上成像的入射光的量转换成单元像素的电信号,并将电信号作为像素信号输出。作为固态成像元件302,可以使用诸如根据上述实施方式的固态成像装置100的固态成像元件,其为能够使用全域曝光实现不失真图像的固态成像元件。

[0172] 显示部305是由面板型显示装置(例如液晶面板或EL(电致发光)面板)形成,并显示通过固态成像元件302成像的运动图像或静止图像。记录部306将由固态成像元件302成像的运动图像或静止图像记录在记录介质(例如录像带或DVD(数字通用光盘))中。

[0173] 在用户对成像装置300具有的各种功能进行操作的情况下,操作部307发出操作命令。电源部308对DSP电路303、帧存储器304、显示部305、记录部306、和操作部307的操作电源适当地提供各种电源。CPU 309控制整个成像装置300的操作。

[0174] 如上所述,通过使用根据上述实施方式的固态成像装置100作为固态成像元件302,可以保证高的S/N并扩展动态范围,而同时确保在曝光时间平面中的同步,以及可以保证高的S/N并得到平面中的同步和一帧的任意曝光时间兼容的运动图像。因此,即使在成像装置300(例如摄像机、数码相机、以及用于诸如移动电话终端装置的移动装置的相机模块)中,也可以获得更高的用于图像成像的图像质量。

[0175] 另外,在上述实施方式中,使用和描述了CMOS图像传感器应用于以行和列的形式排列的单元像素的实例,其中,单元像素检测对应于可见光的量作为物理量。但是,本发明

并不限于应用于CMOS图像传感器,本发明应用于使用列方式的一般固态成像装置,其中,在列方式中,为像素阵列部的每个像素列设置列处理部。

[0176] 此外,本发明并不限于应用于入射的可见光量的分布被检测并作为图像被成像的固态成像装置,而是可以应用于一般的固态成像元件(物理量分布检测设备),诸如红外、X光、粒子等的入射光量的分布作为图像被成像的固态成像装置,诸如压力或电容的其他物理量的宽范围的分布被转换成电信号、经过时间积分并作为图像被成像的指纹检测传感器。

[0177] 这里,在说明书中,流程图中描述的步骤当然可以按照描述以时间顺序执行,并且即使没必要以时间顺序执行,也可以在必要的时刻执行,诸如并行执行或唤起时执行。

[0178] 本申请包含与2010年4月2日在日本专利局提交的日本优先权专利申请JP2010-085981中公开的主题相关的主题,其全部内容结合于此作为参考。

[0179] 本领域的技术人员应当理解,只要在权利要求及其等同替换的范畴内,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和变形。

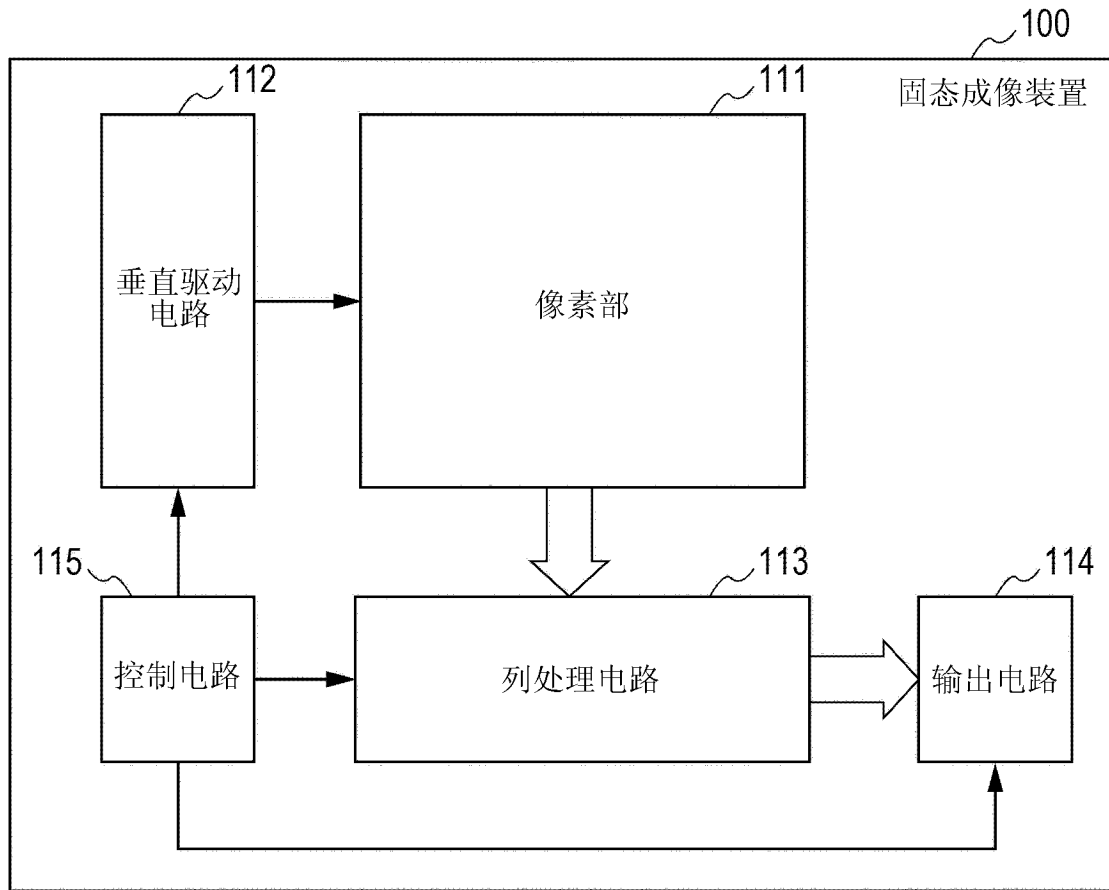


图1

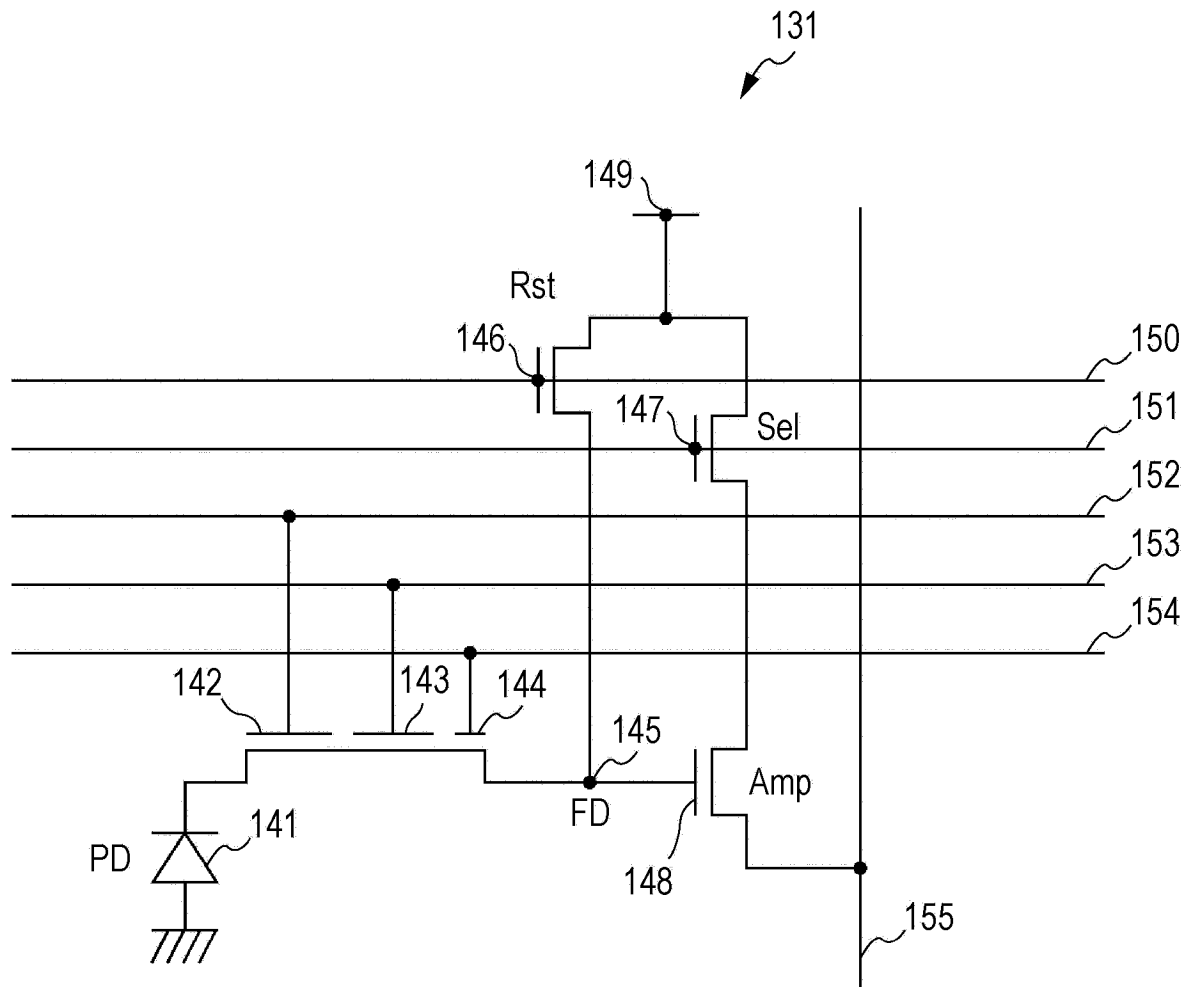


图2

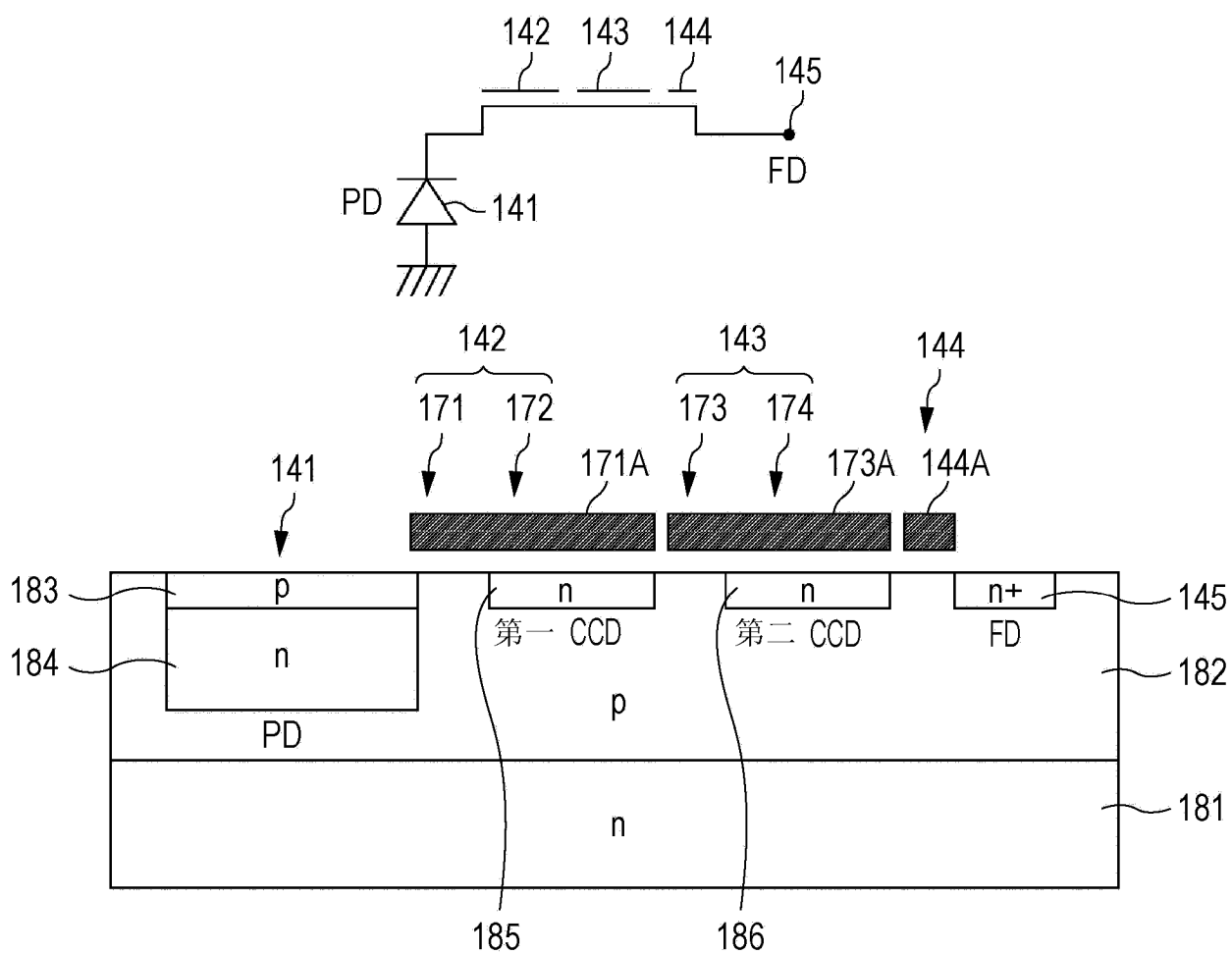


图3

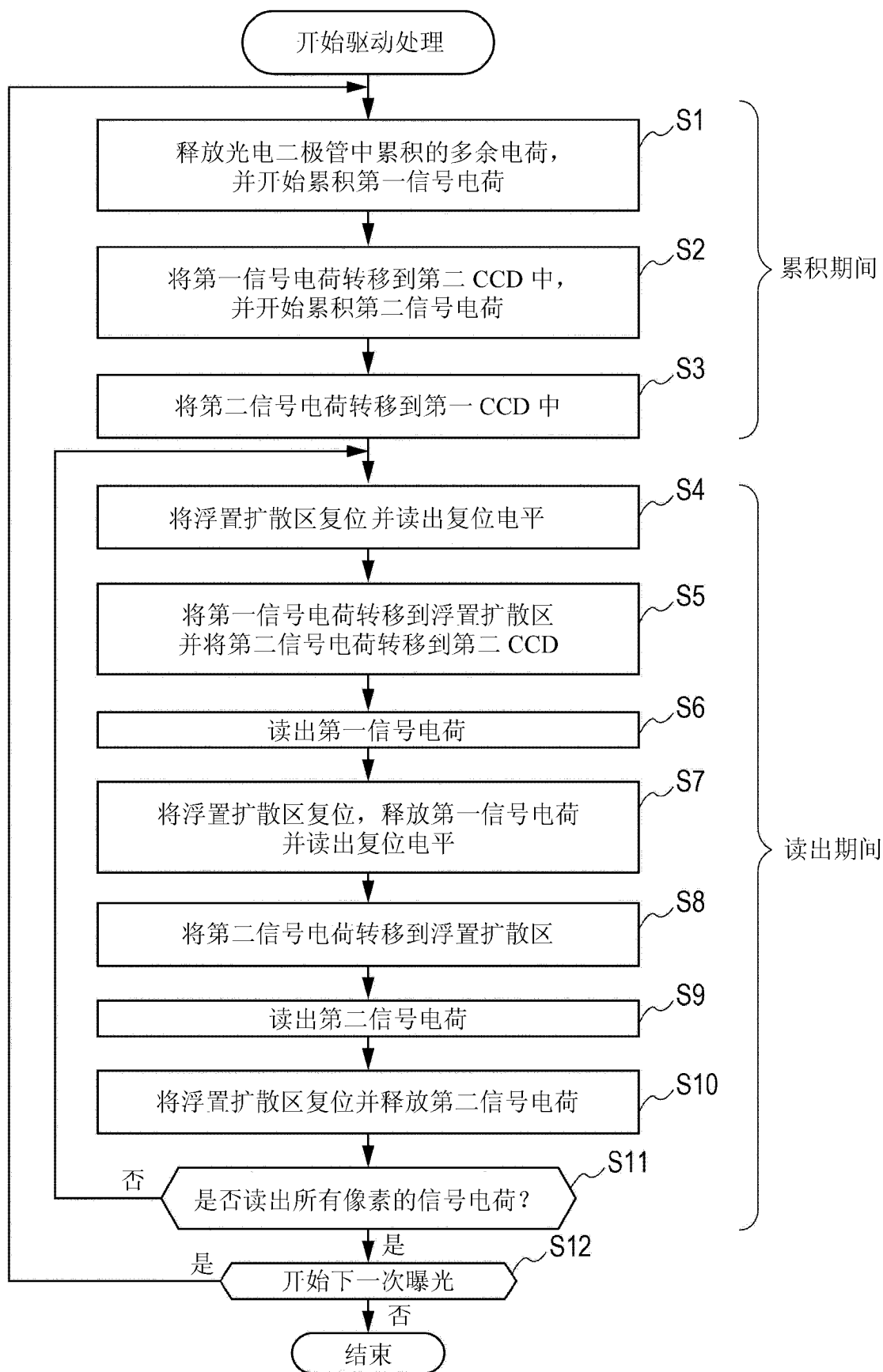


图4

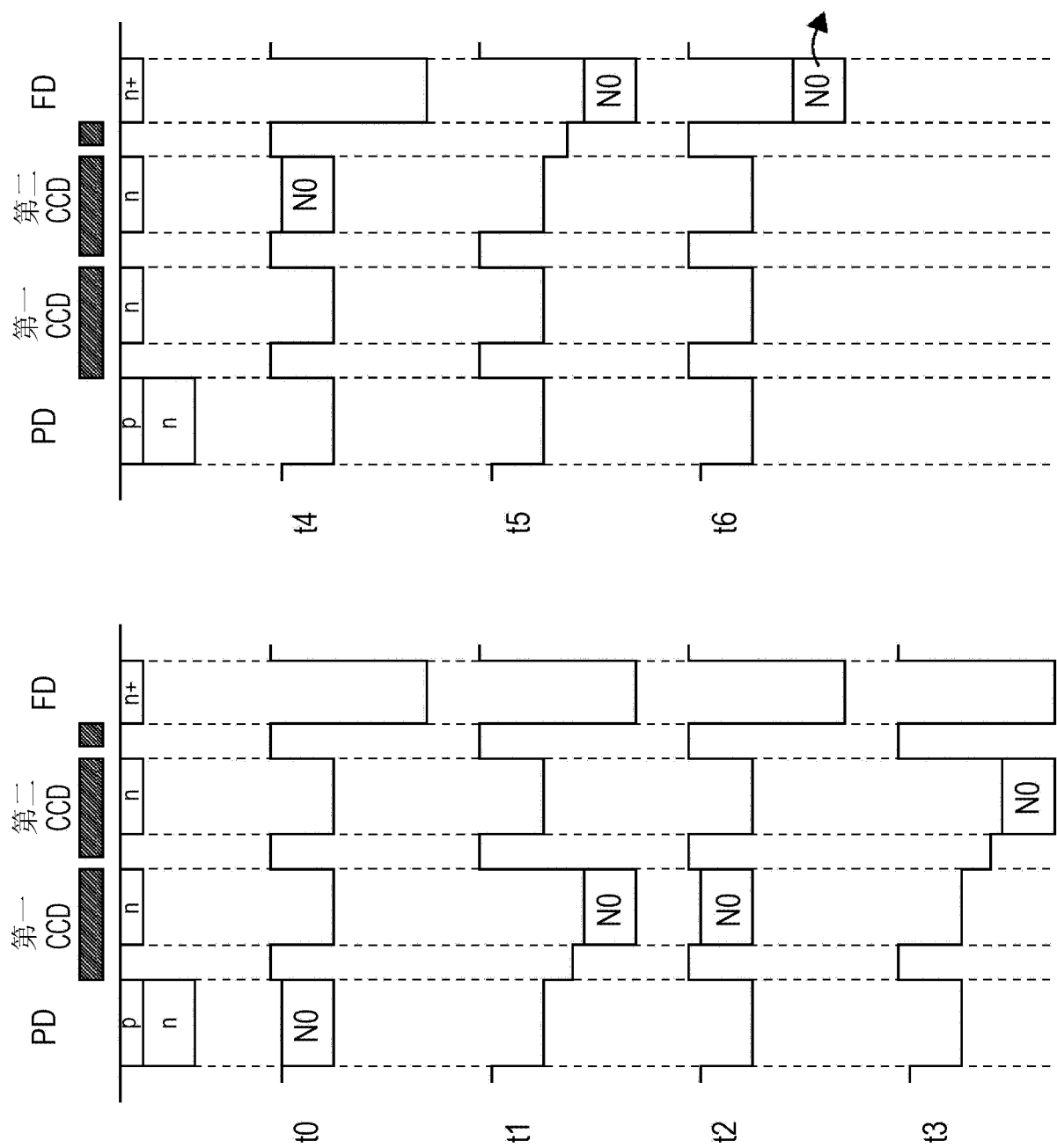


图5

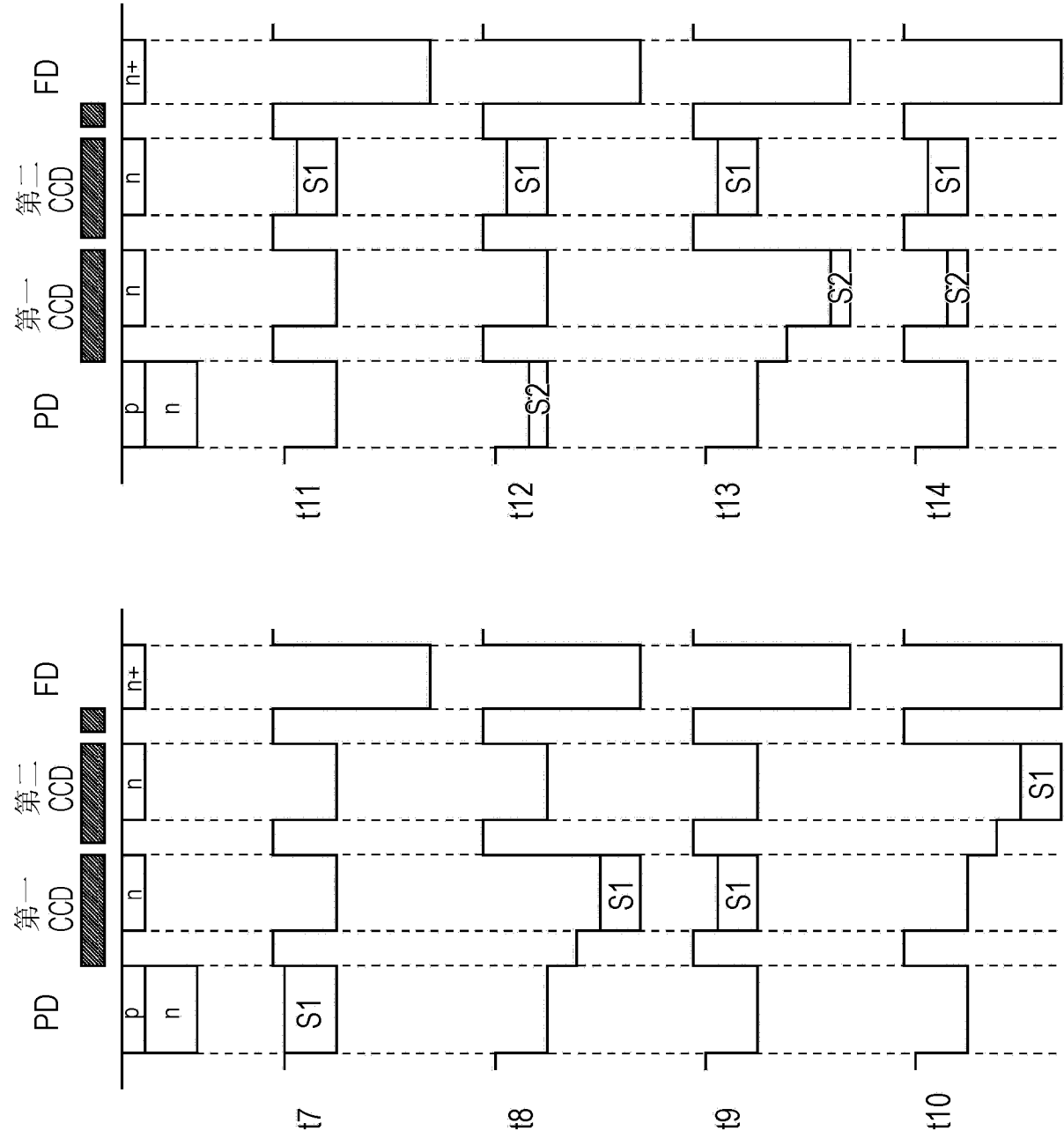


图6

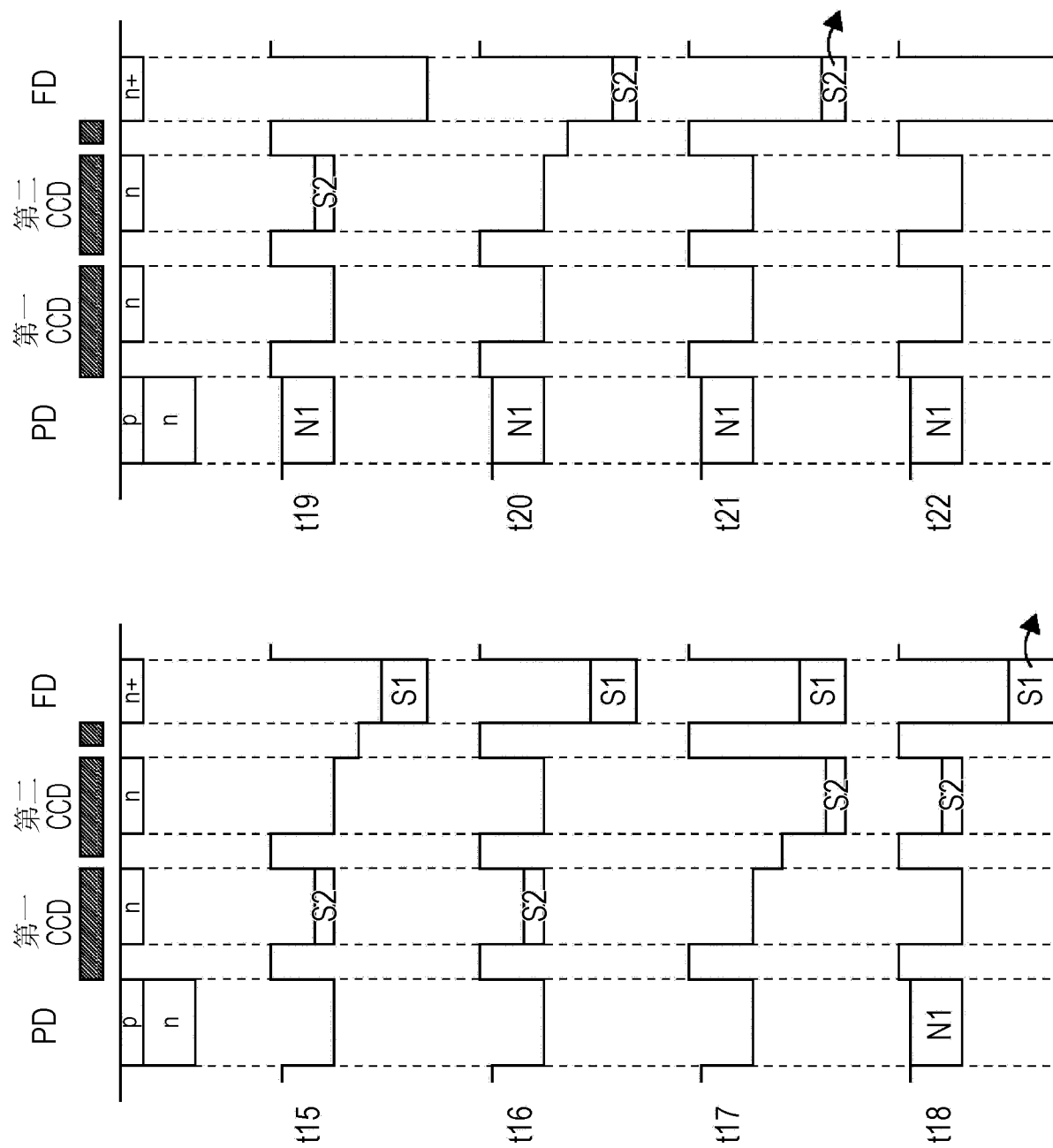


图7

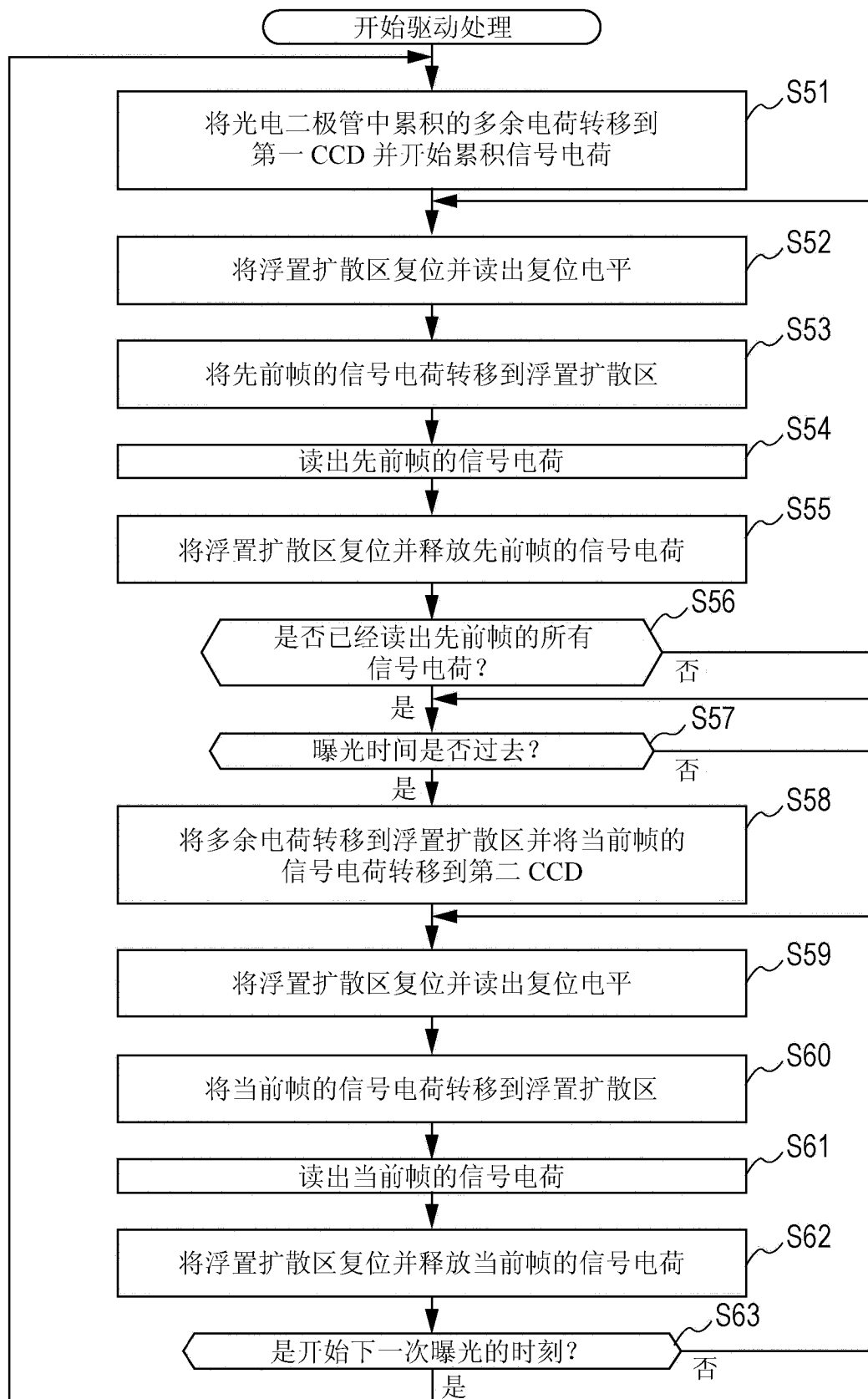


图8

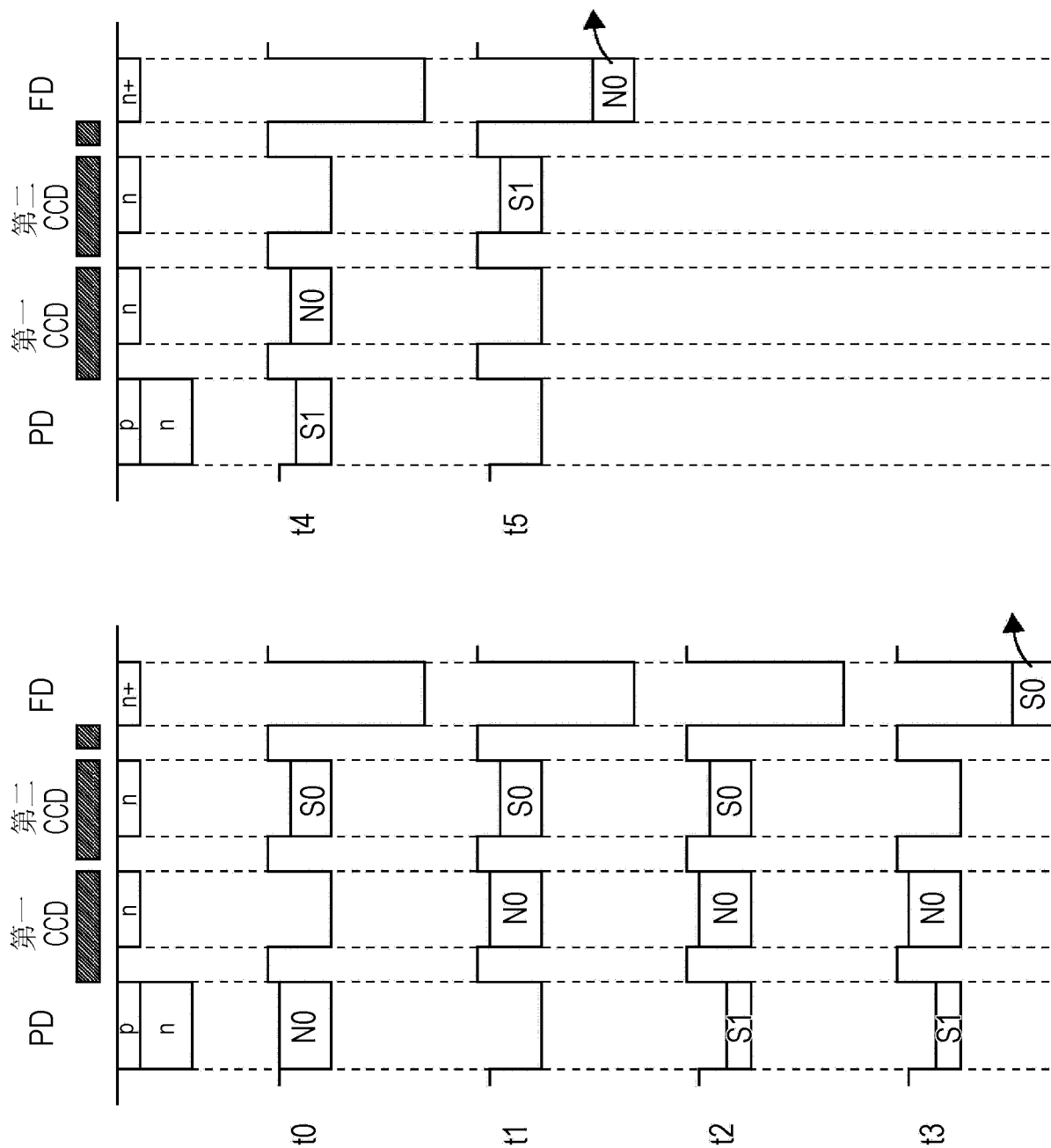


图9

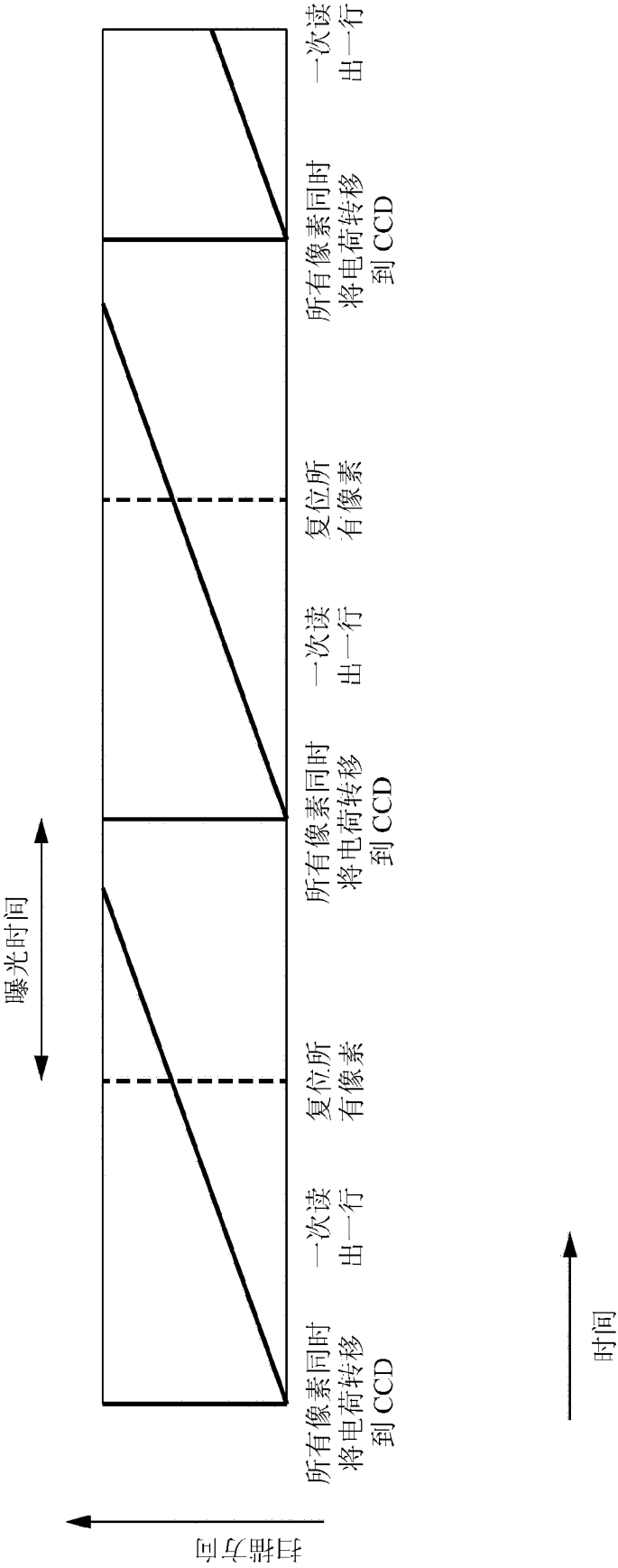


图10

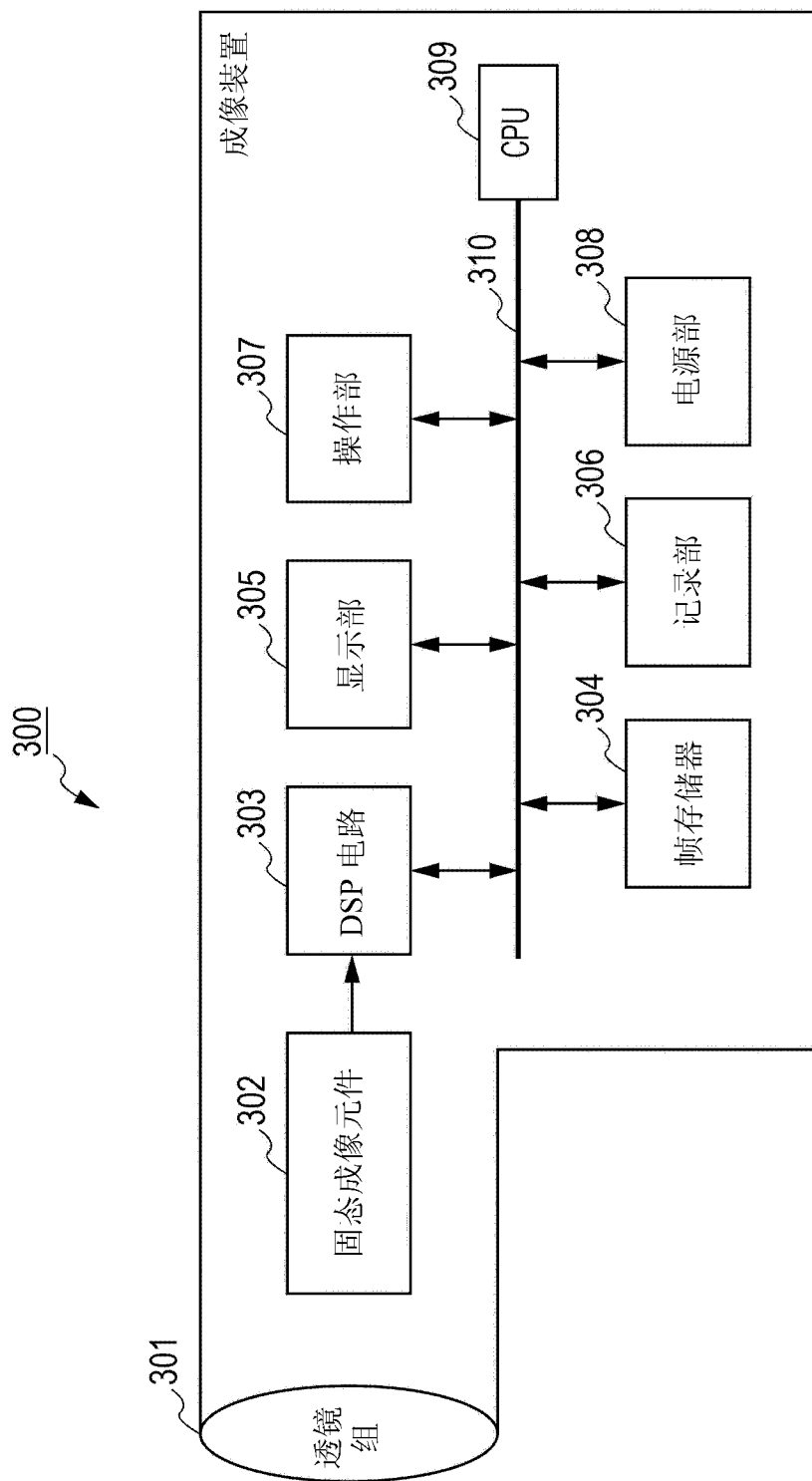


图11